八角及其精油和残渣对肉仔鸡生长性能、肠道发育和养分消化率的影响[1]

丁　晓　杨在宾*　姜淑贞　陈　鹏　任小杰　杨　钰

（山东农业大学动物科技学院，泰安 271018）

摘　要：本试验旨在研究八角、精油及残渣对肉鸡生长性能、肠道发育和养分消化率的影响。采用单因素完全随机试验设计，将 1 日龄爱拔益加肉仔鸡 384 只，随机分为 4 组，每组 12 个重复，每个重复 8 只。对照组肉仔鸡饲喂玉米-豆粕型基础饲粮，试验组肉仔鸡分别饲喂在基础饲粮的基础上添加 5 000 mg/kg 八角粉（八角组）、200 mg/kg 八角精油（精油组）和 5 000 mg/kg 八角残渣（残渣组）的饲粮。八角组和精油组饲粮中反式茴香脑含量为 0.204 g/kg，对照组和残渣组饲粮中反式茴香脑含量低于 0.005 g/kg。试验期 21 d。结果表明：1）八角组和精油组肉仔鸡平均日增重和平均日采食量显著高于对照组（$P<0.05$），残渣组与对照组没有显著差异（$P>0.05$）。与对照组和残渣组相比，饲粮中添加八角和八角精油显著提高了肉仔鸡 21 日龄体重（$P<0.05$）。2）与对照组和残渣组相比，八角组和精油组肉仔鸡空肠的相对长度显著提高（$P<0.05$），同时精油组小肠的相对重量显著提高（$P<0.05$）；此外，八角组和精油组肉仔鸡空肠的相对重量显著高于对照组（$P<0.05$）。3）与对照组和残渣组相比，饲粮中添加八角和八角精油显著提高了十二指肠和空肠的绒毛高度（$P<0.05$）。4）精油组粗蛋白质的表观和真实消化率及表观和真实代谢能均显著高于其余各组（$P<0.05$）。由此可见，饲粮中添加 5 g/kg 八角或 0.2 g/kg 八角精油均可改善肉仔鸡生长性能、肠道发育，并提高肉仔鸡对养分的消化利用，而添加 5 g/kg 八角残渣没有此作用效果。

关键词：八角；八角精油；八角残渣；肉仔鸡；生长性能；肠道发育；养分消化率

中图分类号：S816　　　　文献标识码：A　　　　　文章编号：

八角（*Illicium verum* Hoof. f.）为木兰科八角属植物，是我国南方重要的“药食同源”经济树种，具有开胃、抗菌、镇痛等作用，主要含有反式茴香脑、草蒿脑和大茴香醛等成分[1-4]。八角精油（essential oil）是用水蒸气蒸馏法从八角中提取的一种提取物，主要含有反式茴香

收稿日期：2016-09-02
基金项目：公益性行业（农业）科研专项经费（201403047）
作者简介：丁　晓（1991-），女，山东日照人，硕士研究生，从事动物营养与饲料科学研究。E-mail:1 8853810232@163.com
*通信作者：杨在宾，教授，博士生导师，E-mail： yangzb@sdau.edu.cn

脑。因其具有天然性、多功能性、无毒副作用和无抗药性等优点，已广泛用于医药、食品等行业。八角残渣是八角提取精油之后的剩余部分，相比于精油而言，残渣占主要部分，而对这部分残渣的作用，现在缺少相应的研究。此外，天然植物及其相应提取物在饲料添加剂方面也有广泛的应用价值，被认为是一类潜在的天然植物抗生素和药物生长促进剂的替代品[1,3]，日益成为人们研究的重点。以往的研究中有关于八角及其提取物在畜禽上应用的报道，主要用于刺激食欲、抑制细菌和改善抗氧化性能[4-7]，但关于其对肉仔鸡肠道发育和养分消化率的研究却很少。同时，对于八角及其精油和残渣作用效果的对比鲜有人研究。本研究通过在饲粮中添加相同反式茴香脑含量的八角和八角精油，以及八角提取八角精油后剩余的八角残渣，研究其对肉仔鸡生长性能、肠道发育和养分消化率的影响，旨在为八角及其精油和残渣在肉仔鸡生产上的对比应用提供理论依据。

1　材料和方法

1.1　试验材料

肉仔鸡：购自山东省泰安市宁阳西岭家庭农场。

八角：购自山东省泰安市泰山区五马市场，经 65 ℃烘干后粉碎过 60 目筛。

八角精油、八角残渣：山东农业大学动物营养与代谢研究室提取所得。八角精油由水蒸气蒸馏法提取所得。称 150 g（精确至 0.1 g）粉碎烘干后的八角置于平底烧瓶中，加入 1 500 mL 水，持续蒸馏 3 h 至馏出液中无明显油迹，馏出液中加入少量氯化钠，静置分层，取上层淡黄色油状液体，收集于棕色精油瓶中，4 ℃保存备用。八角残渣为八角经水蒸气蒸馏提取精油后的剩余物 65 ℃烘干所得。

八角、精油及残渣中有效成分含量见表 1。

表 1　八角及其精油和残渣有效成分含量

Table 1　Active component contents of star anise and its essential oil and leavings　　%

项目 Items	八角 Star Anise	八角精油 Star anise essential oil	八角残渣 Star anise leavings
反式茴香脑 *Trans*-anethole	4.08	93.16	＜0.001

草蒿脑 Estragole	0.05	1.16	＜0.001
对茴香醛 Anisaldehyde	0.04	0.94	＜0.001

各有效成分含量使用日本岛津 GC-2014 气相色谱仪进行分析，毛细管柱(DB-23)为 30 m×0.25 mm×0.25 μm，氢火焰离子检测器(FID)温度为 260 ℃，进样口温度为 210 ℃，载气为高纯氮气，总流量 28 mL/min，分流比为 20：1，燃气为高纯氢气；进样量 1 μL；起始柱温为 80 ℃，然后以 5 ℃/min 升温至 245 ℃，总分析时间为 35 min。反式茴香脑、草蒿脑和对茴香醛的含量为粗脂肪中的相对含量，采用外标法计算。The Active component contents were analyzed by gas-chromatographic instrument (GC-2014, Shimadzu, Japan) analysis, and the GC-2014 equipped with a flame ionized detector (FID) and a capillary column (DB-23, 30 m×0.25 mm×0.25 μm). The injector and detector block temperatures were maintained at 260 and 210 ℃, respectively. The carrier gas was nitrogen at a flow rate of 28 mL/min with split ratio of 1:20. The fuel gas was high purity hydrogen. The injection volume of the sample was 1 μL. The oven temperature was programmed from 80 to 245 ℃ at a rate of 5 ℃/min. The total hold time was 35 min. *Trans*-anethole, estragole and anisaldehyde contents were the relative contents in the crude extract which were determined by the external standard method.

1.2 试验设计

选取健康 1 日龄爱拔益加（AA）肉仔鸡 384 只，随机分为 4 个处理，每个处理 12 个重复，每个重复 8 只鸡（公母各占 1/2），重复之间初始体重接近(P>0.05)。试验采用单因素完全随机试验设计，对照组饲喂玉米-豆粕型基础饲粮，基础饲粮参照 NRC（1994）和我国《鸡饲养标准》（NY/T 33-2004）配制，其组成及营养水平见表 2。试验组分别饲喂在基础饲粮中上添加 5 g/kg 八角粉（八角组）、0.2 g/kg 八角精油（精油组）和 5 g/kg 八角残渣（残渣组）的饲粮。八角组和精油组饲粮中反式茴香脑的含量为 0.204 g/kg，对照组和残渣组饲粮中反式茴香脑含量低于 0.005 g/kg。试验期 21 d。肉仔鸡采用舍内笼养，自由饮水和采食，按照常规免疫程序免疫。

表 2 基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 2 Composition and nutrient levels of the basal diet （air-dry basis） %

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	58.40
豆粕 Soybean meal (42% CP)	35.40
豆油 Soybean oil	2.20
石粉 Limestone	1.62
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.28
氯化钠 NaCl	0.23
氯化胆碱 Choline chloride	0.09
DL-蛋氨酸 *DL*-Met	0.28
赖氨酸 Lys	0.10
预混料 Premix[1)]	0.40
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels	
代谢能 ME/(MJ/kg)[2)]	13.51
粗蛋白质 CP	21.92
钙 Ca	1.12
有效磷 AP	0.476
赖氨酸 Lys	1.23
蛋氨酸 Met	0.49

[1)] 预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kilogram of the diet：VA 8 050 IU，VD_3 3 000 IU，VE 30 mg，VK_3 5 mg，VB_1 2.58 mg，VB_2 12.5 mg，泛酸钙 calcium pantothenate 13 mg，烟酸 niacin

45 mg，生物素 biotin 0.20 mg，叶酸 folic acid 1.20 mg，Mn 100 mg，Fe 80 mg，Zn 58 mg，Cu 8.8 mg，Se 0.28 mg。

2) 代谢能为计算值，其余为实测值。ME was a calculated value, while the others were measured values.

1.3 样品的采集与制备

试验第 21 天，每个重复选取 1 只体重接近平均体重的健康肉仔鸡，空腹 12 h，颈静脉放血处死，分离肠道，去除食糜，测定各肠段长度和重量。然后取十二指肠、空肠和回肠中部约 3 cm 左右肠段，用生理盐水缓缓冲洗干净，放置于固定液中保存，用于肠道形态学分析。

试验第 16 天，从各重复中挑选体重接近（P>0.05）的健康肉仔鸡 4 只进行代谢试验，采用全收粪法，用可替换不锈钢收粪板连续收集各重复的排泄物，代谢试验期间准确记录进食量和排粪尿量，连续收集 72 h。从备用鸡中挑选体重接近（P>0.05）的健康肉仔鸡 18 只，收集内源排泄物，相同饲养条件下禁食 24 h，再继续禁食 48 h，收集 48 h 排泄物。试验结束后，将每个重复的 72 h 排泄物混合均匀。取部分排泄物（总排粪尿量的 10%）加 10%硫酸 10 mL 固氮，用于粗蛋白质（CP）含量的测定，剩余排泄物烘干粉碎，用于干物质(DM)含量和总能(GE)的测定。

1.4 检测指标

1.4.1 生长性能

每周测定肉仔鸡体重和采食量，计算平均日采食量（ADFI）、平均日增重（ADG）和料重比（F/G）。

1.4.2 肠道发育指标

各肠段长度与肉鸡活体重的比值为各肠段相对长度，各肠段重量（同一人相同力度去除食糜）与肉鸡活体重的比值为各肠段相对重量。

1.4.3 肠道形态学指标

取固定 24 h 的肉仔鸡十二指肠、空肠和回肠，经过冲水、梯度酒精脱水、二甲苯透明、石蜡包埋等处理后，以 5 μm 厚度切片，常规苏木精-伊红染色，显微镜下观察，用专业软件 DigiLab-C 进行绒毛高度和隐窝深度测量，每张切片取 5 个视野，取平均值作为最终结果，并记录数据，计算绒腺比（即绒毛高度/隐窝深度）。小肠绒毛高度为肠腺开口至绒毛顶端的垂直高度距离；隐窝深度为从隐窝开口至隐窝基部的垂直距离。

1.4.4　养分消化率

采用凯氏定氮法（GB/T 6432-1994）测定饲粮及排泄物中 CP 的含量，使用 WHR-15 氧弹热量仪（湖南省长沙市长兴高教仪器设备开发有限公司）测定饲粮及排泄物中 GE。参照文献[8]的方法计算 CP、GE 的消化率及代谢能，计算公式如下：

某养分表观消化率（AD）=100×（该养分食入量-该养分排泄量）/该养分食入量；

某养分真实消化率（TD）=100×（该养分食入量-该养分排泄量+消化道来源物中该养分的量）/该养分食入量；

表观代谢能（AME）=（食入 GE-排泄物 GE）/进食量；

真实代谢能（TME）=（食入 GE-排泄物 GE+内源 GE）/进食量。

1.5　数据统计分析

试验数据采用 SAS 9.2 广义线性模型进行单因素方差分析（one-way ANOVA）和 Duncan 法多重比较，显著水平为 P<0.05。

2　结果与分析

2.1　八角及其精油和残渣对肉仔鸡生长性能的影响

由表 3 可见，八角组和精油组肉仔鸡 ADG 和 ADFI 显著高于对照组（P<0.05），残渣组与对照组没有显著差异（P>0.05）。与对照组和残渣组相比，饲粮中添加八角和八角精油显著提高了肉仔鸡 21 日龄体重（P<0.05）。与对照组相比，残渣组肉仔鸡 F/G 显著提高（P<0.05）。其他组间均无显著差异（P>0.05）。

表 3　八角及其精油和残渣对肉仔鸡生长性能的影响

Table 3　Effects of star anise and its essential oil and leavings on growth performance of broilers

项目 Items	组别 Groups 对照 Control	八角 Star anise	精油 Essential oil	残渣 Leavings	SEM	*P* 值 *P*-value
平均日采食量 ADFI/g	34.88[b]	36.94[a]	36.03[a]	36.67[a]	0.35	0.002
平均日增重 ADG/g	26.35[b]	26.76[a]	26.91[a]	26.39[ab]	0.19	0.045
21 日龄体重 BW at 21 days of age/kg	591.7[b]	600.3[a]	603.4[a]	592.4[b]	1.8	<0.001
料重比 F/G	1.32[b]	1.38[ab]	1.34[ab]	1.39[a]	0.02	0.011

同行数据肩标无字母或相同字母表示差异不显著(*P*＞0.05)，不同小写字母表示差异显著(*P*＜0.05)。下表同。

In the same row, values with no letter or the same letter superscripts mean no significant difference (*P*＞0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (*P*＜0.05). The same as below.

2.2　八角及其精油和残渣对肉仔鸡肠道发育指标的影响

由表 4 可见，八角组和精油组空肠的相对长度显著高于对照组和残渣组（*P*<0.05），空肠的相对重量显著高于对照组（*P*<0.05）。与残渣组相比，八角组和精油组十二指肠的相对重量显著提高（*P*<0.05），对照组与各试验组没有显著差异（*P*>0.05）。与对照组和残渣组相比，精油组小肠的相对重量显著提高（*P*<0.05）。十二指肠的相对长度，回肠的相对长度和相对重量，小肠的相对长度各组间差异均不显著（*P*>0.05）。

表 4　八角及其精油和残渣对肉仔鸡肠道发育指标的影响

Table 4　Effects of star anise and its essential oil and leavings on intestinal development indices of broilers

项目 Items	组别 Groups 对照 Control	八角 Star anise	精油 Essential oil	残渣 Leavings	SEM	*P* 值 *P*-value
十二指肠 Duodenum						
相对长度	74.85	75.19	75.24	74.37	2.14	0.991

Relative length/(cm/kg BW)						
相对重量 Relative weight/(g/kg BW)	11.97^{ab}	12.49^{a}	13.35^{a}	10.70^{b}	0.50	0.009
空肠 Jejunum						
相对长度 Relative length/(cm/kg BW)	169.73^{b}	184.23^{a}	183.67^{a}	173.21^{b}	2.43	<0.001
相对重量 Relative weight/(g/kg BW)	21.11^{b}	23.64^{a}	23.44^{a}	22.19^{ab}	0.75	<0.001
回肠 Ileum						
相对长度 Relative length/(cm/kg BW)	111.98	113.82	111.25	109.34	2.83	0.739
相对重量 Relative weight/(g/kg BW)	6.33	6.37	6.37	6.13	0.37	0.960
小肠 Intestine						
相对长度 Relative length/(cm/kg BW)	356.56	373.24	370.16	356.93	6.05	0.135
相对重量 Relative weight/(g/kg BW)	39.40^{b}	42.50^{ab}	43.16^{a}	39.02^{b}	1.14	0.037

2.3 八角及其精油和残渣对肉仔鸡肠道形态学指标的影响

由表 5 可见，八角组和精油组十二指肠的绒毛高度和空肠的绒毛高度和绒腺比均显著高于对照组和残渣组（P<0.05），且八角对空肠绒毛高度的增加作用最明显。八角组十二指肠的绒腺比较对照组和残渣组显著提高（P<0.05），其余 3 组间差异不显著（P>0.05）。与残渣

组相比，精油组回肠的绒毛高度显著提高（P<0.05）。十二指肠、空肠和回肠的隐窝深度以及回肠的绒腺比各组间差异均不显著（P>0.05）。

表 5　八角、精油和残渣对肉仔鸡肠道形态学指标的影响

Table 5　Effects of star anise and its essential oil and leavings on intestinal morphology indices in broilers

项目 Items	组别 Groups				SEM	P 值 P-value
	对照 Control	八角 Star anise	精油 Essential oil	残渣 Leavings		
十二指肠 Duodenum						
绒毛高度 Villous height/μm	893.05^{b}	936.85^{a}	942.32^{a}	880.45^{b}	13.67	0.009
隐窝深度 Crypt depth/μm	142.70	140.73	143.44	142.26	3.68	0.961
绒腺比 V/C	6.26^{bc}	6.66^{a}	6.57^{ab}	6.19^{c}	0.11	0.018
空肠 Jejunum						
绒毛高度 Villous height/μm	1 428.82^{c}	1 633.04^{a}	1 529.87^{b}	1 451.46^{c}	23.20	<0.001
隐窝深度 Crypt depth/μm	276.34	275.68	273.58	278.38	4.77	0.914
绒腺比 V/C	5.17^{b}	5.93^{a}	5.59^{a}	5.22^{b}	0.12	0.001
回肠 Ileum						
绒毛高度 Villous height/μm	1 035.29^{ab}	1 023.12^{ab}	1 041.09^{a}	1 017.27^{b}	6.41	0.060
隐窝深度 Crypt depth/μm	258.93	255.64	253.70	254.09	9.02	0.976
绒腺比 V/C	4.00	4.00	4.11	4.01	0.13	0.923

2.4　八角及其精油和残渣对肉仔鸡养分消化率的影响

由表 6 可见，精油组 CP 表观和真实利用率显著高于对照组、残渣组和八角组（P<0.05）。精油组 AME 和 TME 显著高于对照组和残渣组（P<0.05），但与八角组差异不显著（P＞0.05）。与残渣组相比，精油组 GE 的表观利用率显著提高了肉鸡对（P<0.05），其余各组差异不显著（P>0.05）。

表 6　八角及其精油和残渣对肉仔鸡养分消化率的影响

Table 6　Effects of star anise and its essential oil and leavings on nutrient digestibility of broilers

项目 Items	组别 Groups				SEM	*P* 值 *P*-value
	对照 Control	八角 Star anise	精油 Essential oil	残渣 Leavings		
表观消化率 AD/%						
粗蛋白质 CP	50.90^{b}	51.41^{b}	54.72^{a}	49.99^{b}	0.82	0.002
总能 GE	73.94^{ab}	74.24^{ab}	75.67^{a}	73.16^{b}	0.58	0.003
表观代谢能 AME/(MJ/kg DM)	12.46^{bc}	12.73^{ab}	12.93^{a}	12.29^{c}	0.11	0.002
真实消化率 TD/%						
粗蛋白质 CP	55.61^{b}	56.00^{b}	58.60^{a}	55.47^{b}	0.97	0.048
总能 GE	77.74	77.57	78.88	76.73	0.73	0.246
真实代谢能 TME/(MJ/kg DM)	13.09^{bc}	13.30^{ab}	13.47^{a}	12.89^{c}	0.12	0.015

3 讨 论

3.1 八角及其精油和残渣对肉仔鸡生长性能的影响

八角作为一种芳香型中草药，具有诱发食欲、刺激胃液分泌、兴奋肠道蠕动的作用[4,9]，从而诱导动物采食，提高动物的生长性能。目前，关于八角及其提取物精油在肉鸡生产中的应用报道较少。Osman 等[7]研究表明，八角、丁香和牛至提取物混合添加可显著提高肉仔鸡的 ADG 和 F/G；Soltan 等[10]研究表明，饲粮中添加 0.50 和 0.75 g/kg 八角均能提高肉仔鸡的 ADG；Ghalib 等[11]研究表明，八角和迷迭香混合添加可提高肉仔鸡的 ADFI。本研究结果显示，饲粮中添加八角及其精油显著提高了肉仔鸡的 ADG 和 21 日龄体重，而八角残渣则显著提高了 F/G，这与 Osman 等[7]和 Soltan 等[10]的研究结果一致，这可能与八角及其精油具有茴香特征香气[12]，从而诱导肉仔鸡采食有关，采食量增加相应的就会提高 ADG，而八角残渣因为其中的有效成分被分离出来，而剩余的成分不具有茴香特征香气，又不利于肉仔鸡的消化吸收，从而导致肉仔鸡 F/G 升高，降低生长性能。

3.2 八角及其精油和残渣对肉仔鸡肠道发育的影响

肉仔鸡营养物质的消化和吸收主要在小肠中进行，因此肉仔鸡肠道发育情况将直接影响到其对营养物质的消化、吸收和利用，从而影响到肉仔鸡的生长性能[13-14]。小肠是机体营养物质消化、吸收和利用的主要部位，良好的肠道形态对完善消化功能，促进机体生长发育至关重要[14]。绒毛高度和隐窝深度是反映小肠消化吸收功能的主要指标，绒毛高度影响小肠吸收面积，绒毛高度越高，吸收面积越大，从而利于营养物质吸收；隐窝深度影响消化液分泌，隐窝越浅，分泌能力越强；绒腺比综合反映小肠的功能状态，绒腺比升高，表明小肠消化吸收能力增强，肠黏膜结构改善[15]。Reisinger 等[16]研究表明，饲粮中添加八角、牛至和柑橘果混合精油显著提高了肉仔鸡回肠的隐窝深度和空肠的绒毛高度；Hong 等[17]研究发现，饲粮中添加八角和牛至显著提高了肉仔鸡十二指肠的绒毛高度。本试验结果表明，八角及其精油和残渣对肉仔鸡回肠发育无显著影响，但是八角及其精油均不同程度的改善了空肠的发育，并且八角显著提高了小肠的相对重量，儿八角残渣对十二指肠相对重量产生了不利影响；同时，八角及其精油显著提高十二指肠的绒毛高度和空肠的绒毛高度和绒腺比，八角还显著提高了十二指肠的绒腺比，而八角残渣显著降低了回肠的绒毛高度，这与八角及其精油对肉仔鸡肠道相对重量的影响结果基本一致。八角及其精油的这种促进肠道发育的现象可能与八角具有改善肠道菌群结构[4-7]的作用密切相关。而八角及其精油对肉仔鸡不同肠段产生不同的影响，这可能是由于小肠各段的形态结构存在差异造成的。八角残渣不利于肉仔鸡肠道发育可能与其有效成分被分离出来，而剩余成分不能被利用有关，这也进一步影响了肉仔鸡的生长性能。

3.3 八角及其精油和残渣对肉仔鸡养分消化率的影响

芳香类植物具有刺激食欲和促进消化的作用，它们通过刺激肝脏、胰腺和肠黏膜消化酶的产生来增加胆汁流量，从而促进小肠对营养物质的消化吸收[7,16]。八角作为一种芳香型中草药，具有诱发食欲、刺激胃液分泌、兴奋肠道蠕动的作用[4,9]，从而提高营养物质的消化吸收。

本试验研究发现，饲粮中添加八角精油显著提高了肉仔鸡对 CP 的表观和真实消化率，并且显著提高肉仔鸡的 AME 和 TME，而八角的作用效果不明显。Amad 等[18]研究表明，饲粮中添加 150、750、1 500 mg/kg 八角和百里香混合精油均能显著提高肉鸡对 CP 和粗脂肪的表观消化率，作用效果随着添加量的提高线性提高；Cho 等[19]研究表明，饲粮中添加八角和百里香混合精油能显著提高肉仔鸡对 DM 和 GE 的消化率。上述研究结果与本试验所得结果类似，八角这种改善养分消化率的作用与其诱发食欲、刺激胃液分泌并兴奋肠道肠道蠕动的作用[4,9]密切相关。八角改善肉仔鸡养分消化率的作用效果没有八角精油组明显，这可能是因为八角精油的有效成分纯度更高，特征性风味明显，更能刺激肉仔鸡采食，改善养分消化率；而八角残渣的作用效果不明显与其有效成分被分离密切相关。同时，肉仔鸡对养分消化率的提高也与肠道发育的改善密切相关。

4 结　论

① 饲粮中添加八角及其精油可以不同程度的改善肉仔鸡的生长性能，但是添加八角残渣反而会造成生长性能的下降。

② 饲粮中添加八角及其精油可以不同程度的改善肉鸡肠道发育情况和肠道形态，从而提高小肠的功能，而添加八角残渣没有此作用效果。

③ 饲粮中添加八角及其精油可以不同程度的改善肉鸡对 CP 和 GE 的消化利用，而添加八角残渣没有此作用效果。

参考文献:

[1] 李晓东,韩新茹,王成章,等.植物精油对肉仔鸡生产性能、消化率和肠道酶活性的影响[J].江苏农业科学,2010(06):321–324.

[2] 张赟彬,郭媛,江娟,等.八角茴香精油及其主要单体成分抑菌机理的研究[J].中国调味品,2011(02):28–33.

[3] 张志杰,李发弟,汝应俊,等.植物精油和复合酶对肉仔鸡生产性能和球虫病防治的效果[J].甘肃农业大学学报,2011(03):16–21.

[4] WANG G Y,YANG C W,YANG Z B,et al.Effects of dietary star anise (*Illicium verum* Hook f) supplementation during gestation and lactation on the performance of lactating multiparous sows and nursing piglets[J].Animal Science Journal,2015,86(4):401–407.

[5] CHARAL J W.Influence of feeding anise oil in pigs and broilers[D].Ph.D.Louisiana State:Louisiana State University,2007.

[6] ISMAIL B,CETINGUL I S,BURHANCEDDIN A,et al.Effects of aniseed (*Pimpinella anisum* L.),on egg production,quality,cholesterol levels,hatching results and the antibody values in blood of laying quails(*Coturnix coturnix japonica*).[J].Archiva Zootechnica,2007(10):73–77.

[7] OSMAN N E,TALAT G,MEHMET Ç,et al.The effect of an essential oil mix derived from oregano,clove and anise on broiler performance[J].International Journal of Poultry Science,2005,11(4):879–884.

[8] 齐博,武书庚,王晶,等.枯草芽孢杆菌对肉仔鸡生长性能、肠道形态和菌群数量的影响[J].动物营养学报,2016(06):1748–1756.

[9] 李雪艳,杨在宾,姜淑贞,等.妊娠后期和泌乳期日粮添加生姜、八角和丹参对母猪抗氧化性能和繁殖性能的影响[J].中国畜牧兽医,2016(01):134–139.

[10] SOLTAN M A,SHEELTA R S,KATCHA M I E.Effect of dietary anise seeds supplementation on growth performance,immune response,carcass traits and some blood parameters of broiler chickens[J].International Journal of Poultry Science,2008,11(7):1078–1088.

[11] MOHAMMED G A.The Effect of Anise and rosemary on broiler

performance[J].International Journal of Poultry Science,2008,3(7):243–245.
[12] 吴周和,徐燕,吴传茂.八角中天然防腐剂的提取方法及其抑菌作用研究[J].中国调味品,2003(09):18–20.
[13] 赵旭,沈一茹,陈杰,等.不同种类酸化剂对肉鸡肠道发育、消化酶活性以及微生物数量的影响[J].动物营养学报,2015(11):3509–3515.
[14] 常银莲,刘国华,常文环,等.支链氨基酸对肉鸡生长性能及肠道发育的影响[J].动物营养学报,2016(01):79–91.
[15] 熊平文,刘兵,陈娜娜,等.硫酸钠对蛋鸡生产性能、抗氧化能力、肠道形态及盲肠微生物菌群的影响[J].动物营养学报,2015(11):3358–3365.
[16] REISINGER N,STEINER T,NITSCH S,et al.Effects of a blend of essential oils on broiler performance and intestinal morphology during coccidial vaccine exposure[J].Journal of Applied Poultry Research,2011(20):272–283.
[17] HONG J C,T STEINER,A AUFY,et al.Effects of supplemental essential oil on growth performance,lipid metabolites and immunity,intestinal characteristics,microbiota and carcass traits in broilers[J].Livestock Science,2012(144):253–262.
[18] AMAD A A,MANNER K,WENDLER K R,et al.Effects of a phytogenic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens[J].Poultry Science,2011,90(12):2811–2816.
[19] CHO J H,KIM H J,KIM I H.Effects of phytogenic feed additive on growth performance,digestibility,blood metabolites,intestinal microbiota,meat color and relative organ weight after oral challenge with *Clostridium perfringens* in broilers[J].Livestock Science,2014(160):82–88.

Effects of Star Anise and Its Essential Oil and Leavings on Growth Performance, Intestinal

Development and Nutrient Digestibility of Broilers

DING Xiao YANG Zaibin* JIANG Shuzhen CHEN Peng REN Xiaojie YANG Yu

（*College of Animal Science and Technology*, *Shandong Agricultural University*, *Tai'an* 271018, *China*)

Abstract: This study was conducted to investigate the effects of star anise (*Illicium verum* Hook. f.) and its essential oil and leavings on growth performance, intestinal development and nutrient digestibility of broilers. Three hundred and eighty-four 1-day-old male Arbor Acres broilers were randomly allocated to 4 groups with 12 replicates of 8 broilers in a single factor complete randomized design. Broilers in control group were fed a corn-soybean meal type basal diet, and broilers in experimental groups were fed the basal diet supplemented with 5 g/kg star anise (star anise group), 0.2 g/kg star anise essential oil (essential oil group), and 5 g/kg star anise leavings (leavings group), respectively. *Trans*-anethole content in diets for star anise group and essential oil group was 0.204 g/kg, and that in diets for control group and leavings group was less than 0.005 g/kg. The experiment lasted for 21 d. The results showed as follows: 1) the average daily gain and average daily feed intake in star anise group and essential oil group were significantly higher than those in control group (P<0.05), but no significant differences were found between leavings group and control group (P>0.05). Compared with control group and leavings group, the body weight at 21 days of age was significantly increased in star anise group and essential oil group (P<0.05). 2) Compared with control group and leavings group, the relative length of jejunum in star anise group and essential oil group was significantly higher than that in control group and leavings group (P<0.05), and the relative weight of intestine in essential oil group was significantly higher

---

*Corresponding author, professor, E-mail: yangzb@sdau.edu.cn （责任编辑 菅景颖）

than that in control group and leavings group ($P<0.05$). Moreover, the relative weight of jejunum in star anise group and essential oil group was significantly higher than that in control group ($P<0.05$). 3) Compared with control group and leavings group, supplementations of star anise and star anise essential oil could significantly increase the villous height of duodenum and jejunum ($P<0.05$). 4) The apparent and true digestibility of crude protein and apparent and true metabolic energy in essential oil group were significantly higher than those in other groups ($P<0.05$). In conclusion, supplementation of 0.5 g/kg star anise or 0.2 g/kg star anise essential oil can improve growth performance, intestine development and the nutrient digestibility and utilization of broilers, but the star anise leavings has no effect.

Key words: star anise; star anise essential oil; star anise leavings; broilers; growth performance; intestinal development; nutrient digestibility